ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JANVIER 1941.

PRÉSIDENCE DE M. HYACINTHE VINCENT.



MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Déshydratation du dipropénylglycol symétrique. Formation d'aldéhyde disubstitué (transposition hydrobenzoïnique) et de cétone non transposée (déshydratation vinylique).* Note de MM. **Marc Tiffeneau** et **Yves Deux**.

La déshydratation des glycols bisecondaires avec formation de produits aldéhydiques ou cétoniques peut s'effectuer suivant deux modalités distinctes selon qu'il s'agit de glycols aliphatiques R—CHOH—CHOH—R′ ou de diarylglycols symétriques tels que l'hydrobenzoïne.

Dans le premier cas, il y a élimination d'eau aux dépens de l'un des deux hydroxyles et formation de l'une ou l'autre des deux cétones théoriquement possibles :

(I) $R—CO—CH^2—R' \leftarrow R—CHOH—CHOH—R' \rightarrow R—CH^2—CO—R'$.

Parfois même, lorsque l'influence des deux radicaux est peu différente, ces deux cétones peuvent se former simultanément. Il va de soi que lorsque $R = R'$, il ne peut se former qu'une seule cétone ([1]).

Dans le second cas, il y a formation d'aldéhydes par transposition hydrobenzoïnique ([2]) :

(II) $Ar—CHOH—CHOH—Ar \rightarrow (Ar)^2CH—CHO$,

([1]) Bouveault et Locquin, *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 4e série, 35, 1906, p. 648.

([2]) Zincke et Breuer, *Ber. d. chem. Ges.*, 9, 1907, p. 345. Lorsque l'un des radicaux est aromatique, alors que l'autre est aliphatique, la déshydratation s'effectue généralement suivant le type vinylique, car dans ce cas l'hydroxyle éliminé est celui voisin du radical aromatique (Tiffeneau, *Ann. Chim. Phys.*, 8e série, 10, 1907, p. 345).

Ainsi le comportement des glycols bisecondaires, au cours de leur déshydratation acide, est essentiellement différent suivant que les radicaux substituants sont aliphatiques ou aromatiques ([3]).

Or l'un de nous, en étudiant la déshydratation des glycols bisecondaires non saturés, a montré que certains radicaux aliphatiques non saturés tels que le vinyle se comportent comme des radicaux aromatiques non seulement lorsque l'un des phényles de l'hydrobenzoïne est remplacé par un vinyle ([4]) mais également lorsque ce remplacement s'applique aux deux phényles ([5]).

Toutefois dans le premier cas, et probablement aussi dans le second, il se produit un déplacement de la double liaison :

$$\text{(III)}\quad C^6H^5{-}CHOH{-}CHOH{-}CH{=}CH^2$$
$$\rightarrow (CH^2{=}CH)(C^6H^5)CH{-}CHO \rightarrow CH^3CH{=}C(C^6H^5)CHO.$$
$$\text{(IV)}\quad CH^2{=}CH{-}CHOH{-}CHOH{-}CH{=}CH^2$$
$$\rightarrow (CH^2{=}CH)^2CH{-}CHO \rightarrow CH^3{-}CH{=}C(CH{=}CH^2)CHO.$$

D'autre part, il a été constaté ultérieurement, au cours de réactions analogues, que le caractère aromatique du radical vinyle va en s'atténuant par l'introduction de radicaux substituants ([6]).

Nous nous sommes dès lors demandé si la déshydratation d'un homologue du divinylglycol tel que le dipropénylglycol ne conduirait pas simultanément aux deux réactions ci-dessus (I) et (II). L'expérience a confirmé nos prévisions. On obtient en effet dans ces conditions, à la fois un aldéhyde disubstitué résultant de la déshydratation avec transposition du type hydrobenzoïnique et une cétone linéaire résultant d'une déshydratation sans transposition s'effectuant suivant le mode vinylique :

$$\begin{matrix} CH^3{-}CH{=}CH{-}CO \\ | \\ CH^3{-}CH{=}CH{-}CH^2 \end{matrix} \xrightarrow[\text{sans transposition}]{\text{Déshydratation}} \begin{matrix} CH^3{-}CH{=}CH{-}CHOH \\ | \\ CH^3{-}CH{=}CH{=}CHOH \end{matrix} \xrightarrow[\text{avec transposition}]{\text{Déshydratation}} \begin{matrix} CH^3CH{=}CH \\ CH^3CH{=}CH \end{matrix}\!\!>\!CH{-}CHO.$$

([3]) Il est probable que dans le premier cas (radicaux aliphatiques) l'hydroxyle de l'une des fonctions alcool s'élimine avec l'hydrogène non hydroxylique de l'autre fonction alcool, c'est-à-dire par une déshydratation vinylique $R{-}C(OH){=}CH{-}R'$ alors que dans le second cas l'élimination de l'hydroxyle a lieu avec l'hydrogène hydroxylique de l'autre fonction alcool $Ar{-}\underset{|}{C}H{-}\underset{|}{C}H{-}Ar$, $\underset{|}{O}$.

([4]) M. Tiffeneau et P. Weill, *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 1217.

([5]) *Ibid.*, **204**, 1937, p. 590.

([6]) Yves Deux et Mlle Dinah Abragam, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 208.

Toutefois, ni cette cétone ni l'aldéhyde transposé n'ont pu être séparés et isolés à l'état de pureté, même par l'intermédiaire de leurs semicarbazones. Pour les caractériser, nous avons dû recourir à leurs produits d'hydrogénation ménagée, l'aldéhyde dipropylacétique et l'octanone-4. Il ne nous est donc pas possible de savoir si l'aldéhyde transposé ainsi obtenu est le dipropénylacétaldéhyde ou son isomère l'α-propénylpenténal $CH^3-CH^2-CH=C(CH=CH-CH^3)CHO$ provenant d'un déplacement de la double liaison analogue à celui qui a été observé dans la déshydratation du phénylvinylglycol [voir ci-dessus formule (III)]. De même nous ne pouvons pas décider si le produit cétonique obtenu est l'octadiène-2.6 one-4 normalement attendue ou son isomère résultant du déplacement possible de la double liaison, l'octadiène-2.5 one-4,

$$CH^3-CH=CH-CO-CH=CH-C^2H^5.$$

Quoi qu'il en soit, il n'en reste pas moins établi nettement que la déshydratation acide du dipropénylglycol s'effectue suivant les deux réactions théoriquement possibles; l'une, probablement vinylique, avec formation de cétone, l'octadiène-2.6 one-4 ou son isomère l'octadiène-2.5 one-4; l'autre s'effectuant par le même mécanisme que la transposition hydrobenzoïnique avec formation d'aldéhyde dipropénylacétique ou de son isomère l'α-propénylpenténal.

Déshydratation du dipropénylglycol symétrique. — Le dipropénylglycol ($Éb_{15}$ 129-132°, n_D^{17} 1,477), déjà obtenu par Wieman [7], a été préparé suivant les indications de cet auteur en réduisant l'aldéhyde crotonique $CH^3CH=CH-CHO$ par le couple zinc-cuivre; son paradinitrobenzoate a été trouvé fusible à 153° au bloc Maquenne. On l'a soumis à la déshydratation par chauffage avec cinq fois son poids d'acide sulfurique à 30 % porté à l'ébullition. Les produits volatils de la réaction sont entraînés au fur et à mesure de leur formation, ce qui permet de les séparer des résines formées en quantités assez notables. Les liquides entraînés sont épuisés à l'éther, et, après évaporation du solvant, l'on obtient un résidu qui distille en majeure partie de 71 à 72° sous 14^{mm}. Ce produit fixe le brome et donne les réactions des aldéhydes; il réduit l'azotate d'argent ammoniacal et fournit une semicarbazone cristallisée : celle-ci est certainement un mélange, car elle fond de 110 à 138°; toutefois il a été impossible d'en séparer ses constituants par cristallisation fractionnée.

---

(7) *Ann. de Chimie*, 11e série, 5, 1936, p. 267.

Hydrogénation ménagée en aldéhyde dipropylacétique et en octanone-4; identification de ces deux produits. — Le produit de déshydratation ($Éb_{14}$ 71-75°) a été hydrogéné à froid sur le nickel de Raney. La fixation d'hydrogène tout d'abord rapide se ralentit ensuite, probablement au moment de l'hydrogénation des fonctions aldéhyde ou cétone; on constate en effet que le volume d'hydrogène alors fixé correspond à la saturation des doubles liaisons. On arrête à ce moment l'opération. Après élimination du solvant, le résidu distillé dans le vide bout entre 70-74° sous 25^{mm}. Il ne fixe plus le brome, mais réduit toujours l'azotate d'argent. On soumet le produit à l'oxydation par l'hydroxyde d'argent (méthode de MM. Delépine et Bonnet]. On peut alors séparer une portion acide et une portion neutre.

a. Portion acide. — L'acide obtenu [$Éb_{22}$ 126°; amide F. 125-126° (bloc Maquenne); anilide F. 102°] a été identifié avec l'acide dipropylacétique $(C^3H^7)^2CH—CO^2H$ préparé synthétiquement par oxydation de l'aldéhyde correspondant obtenu par la méthode de Béhal et Sommelet, savoir par action du bromure de magnésium propyle sur le méthoxyacétate d'éthyle et chauffage de l'éther de glycol formé avec l'acide oxalique anhydre.

b. Portion neutre. — Cette portion a été soumise à une nouvelle oxydation argentique de façon à éliminer complètement l'aldéhyde. Finalement il reste un produit cétonique ($Éb_{26}$ 70°) donnant une semicarbazone qu'on a identifiée avec celle fournie par l'octanone-4 $C^3H^7—CO—C^4H^9$ préparée par oxydation sulfochromique de l'octanol-4, obtenu lui-même en condensant le bromure de magnésium butyle avec l'aldéhyde butyrique.

ZOOLOGIE. — *Sur la détermination du sexe chez les Isopodes Épicarides.* Note [1] de M. **Maurice Caullery.**

De récents travaux, sur lesquels mon attention a été attirée, ont rappelé à mon esprit et précisé en lui un problème envisagé par moi il y a très longtemps et sur lequel je comptais expérimenter quand j'aurais pu disposer de l'ensemble des conditions nécessaires. Comme il est probable que je ne pourrai pas réaliser ce projet, j'exposerai ici la question, en m'excusant de ne pas apporter de résultat positif, mais en signalant le

---

[1] Séance du 13 janvier 1941.

problème à l'attention des zoologistes et en proposant une solution technique.

Chez de nombreux Crustacés parasites (Copépodes, Isopodes Épicarides) le dimorphisme sexuel est très accentué. Le mâle, nain, vit à demeure sur la femelle, chacun des sexes ayant subi une déformation considérable par rapport au type originel et dans des directions divergentes; le type originel lui-même est fidèlement conservé dans les formes larvaires libres précédant la phase de parasitisme.

Chez la plupart des Épicarides (et d'ailleurs aussi chez beaucoup de Copépodes parasites), on trouve régulièrement, sur chaque femelle, un mâle nain sédentaire. Toutefois, dans la famille des *Entoniscidæ*, qui vivent enfouis dans la cavité viscérale des Crabes, on rencontre généralement, dans la cavité incubatrice de la femelle, plusieurs mâles typiques et des larves au stade cryptoniscien ([2]), identiques à celles que l'on trouve libres dans le plancton. C'est d'ailleurs à ce stade de larve cryptoniscienne que ces animaux se fixent à leur hôte définitif, après avoir eu précédemment (au stade de larve épicaridienne) une phase temporaire de parasitisme provisoire sur des Copépodes planctoniques ([3]).

Le problème se pose de savoir si le sexe, chez ces parasites [qui appartiennent à des groupes où la séparation des sexes est la règle générale ([4]) et où le sexe est déterminé *ab ovo*] est effectivement fixé de façon définitive dès l'origine, ou bien *s'il résulte, après la phase larvaire libre, de la nature des rapports contractés avec l'hôte*; le parasitisme direct sur l'hôte entraînant la différenciation en femelle, le parasitisme indirect, par l'intermédiaire de la station sur la femelle, entraînant la différenciation en mâle.

On connaît aujourd'hui une série de cas, dans des groupes très divers, où le sexe de l'individu est modifié, jusqu'à pouvoir être inversé, par les rapports que l'animal jeune contracte avec une femelle de sa propre espèce.

Un premier exemple, particulièrement frappant, est celui de la Bonellie (Géphyriens, Echiurides), mis en lumière par Baltzer ([5]). Les larves se

---

([2]) Cf. A. Giard et J. Bonnier, *Trav. Stat. Zool. Wimereux*, 5, 1887, p. 212.

([3]) M. Caullery, *Comptes rendus*, 145, 1907, p. 596.

([4]) A l'exception toutefois, parmi les Épicarides, de la famille des *Cryptoniscidæ*, dans laquelle il y a toujours hermaphrodisme successif protandrique, comme Mesnil et moi-même l'avons constaté chez *Hemioniscus balani* (*Bull. Sc. France-Belgique*, 34, 1901, p. 316) et comme je l'ai vérifié chez les *Liriopsis*, parasites des *Peltogaster* (*Mitth. Zool. Stat. Neapel*, 18, 1908, p. 583).

([5]) *Mitth. Zool. Stat. Neapel*, 22, 1914, p. 1 (et nombreux mémoires ultérieurs avec divers collaborateurs).

développant librement dans l'eau de mer évoluent en femelles, tandis que celles qui viennent à se fixer temporairement sur la trompe d'une femelle adulte évoluent en mâles nains et très dégradés anatomiquement. Il se produit, chez ces dernières larves, une inhibition de croissance et de différenciation, sous l'influence de substances agissant à la façon d'hormones et émanant de la trompe où la larve est fixée. La bipotentialité sexuelle initiale de l'individu vire, en fait, vers un sexe ou l'autre, suivant les circonstances du développement.

Un cas analogue se présente, parmi les Gastropodes Prosobranches de la famille des *Calyptraeidæ*, pour diverses espèces de *Crepidula* ([6]). Les faits varient quelque peu d'une espèce à l'autre, mais, en gros, ces Mollusques vivent sur d'autres coquilles et ordinairement empilés par groupes les uns sur les autres, par ordre d'âge décroissant. Des individus isolés évoluent directement en femelles, tandis qu'associés en piles, les plus jeunes, au sommet de la pile, sont toujours mâles et se transforment ensuite graduellement en femelles. La réalisation de la phase mâle dépend manifestement du contact avec les femelles adultes, et d'échanges de substances absorbées *per os* et agissant comme des hormones.

Un troisième exemple, récemment analysé par Hartmann ([7]), est celui d'une Annélide Polychète de la famille des *Eunicidæ*, *Ophryotrocha puerilis*, chez laquelle on avait antérieurement constaté de l'hermaphrodisme successif. En fait (au moins dans une souche provenant de Rovigno, Istrie), les jeunes individus sont mâles et deviennent femelles à partir d'un stade de 15-20 segments. Hartmann a montré que, si l'on fragmente les gros individus en tronçons de 5-6 segments, ces tronçons redeviennent mâles. Il a montré, en outre que, si l'on isole en culture deux femelles, l'un des deux individus redevient mâle, sous l'influence de substances émanant de l'autre ([8]).

En laissant de côté la famille des *Cryptoniscidæ*, où il y a hermaphrodisme

---

([6]) J. H. Orton, *Proc. Roy. Soc. London*, **81** B, 1917, p. 468; H. N, Gould, *J. exper. Zoöl.*, **23**, 1917, p. 1 et 225; **29**, 1919, p. 113; W. R. Coë, *Ibid*, **72**, 1936, p. 455; **77**, 1938, p. 401.

([7]) Hartmann M. und Huth W., *Zool. Jahrb.* (*Abth. f. allg. Zool.*), **56**, 1936, p. 589.

([8]) Il y aurait lieu aussi de rapprocher des cas précédents celui des Nématodes de la famille des *Mermithidæ*, parasites des Insectes, chez lesquels le sexe est fortement influencé par le nombre des individus se développant dans le même hôte (M. Caullery et M. Comas, *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 646).

successif (Note 3, *supra*), tous les autres Épicarides ont les sexes rigoureusement séparés. La fixation à l'hôte se fait au stade de larve cryptoniscienne et le parasite commence immédiatement sa métamorphose régressive, en devenant invariablement femelle. Les mâles ne se trouvent jamais que sur leurs congénères femelles plus âgés et déjà plus ou moins métamorphosés; il n'y en a jamais qu'un dans la plupart des formes. On peut se demander si, comme dans les cas rappelés plus haut (*Bonellie*, *Crepidula*, *Ophryotrocha*), l'évolution de ces individus en mâles n'est pas conditionnée par les rapports contractés avec une femelle déjà différenciée et si, de la sorte, le sexe, chez les Épicarides, ne dépend pas des relations que la larve cryptoniscienne contracte, soit directement avec l'hôte (évoluant dans ce cas en femelle) soit directement avec une femelle de sa propre espèce (auquel cas elle évoluerait en mâle).

Le cas des Entonisciens me paraît prêter à une vérification expérimentale de cette supposition, et j'avais, depuis longtemps, l'intention de la faire dès que possible. Chez ces Épicarides on trouve presque toujours, dans la cavité incubatrice de la femelle, comme l'ont déjà signalé Giard et Bonnier, non pas un seul, mais plusieurs mâles différenciés, à des stades de différenciation progressifs ([9]) et, en outre, des larves cryptonisciennes encore identiques à celles que l'on trouve dans le plancton. Giard et Bonnier considéraient ces larves comme des mâles complémentaires progénétiques. Ce sont bien plutôt simplement des larves ayant pénétré récemment dans la cavité incubatrice de la femelle, où vraisemblablement elles évolueront ultérieurement en mâles typiques, sous l'influence des conditions ambiantes.

En recueillant ces larves et les mettant au contact de jeunes crabes *non encore parasités*, il me paraît probable qu'elles s'y fixeraient et deviendraient femelles. L'expérience pourrait être faite sur une espèce d'Épicarides commune dans un crabe lui-même commun. C'est ce qui est réalisé, dans le Boulonnais, pour *Portunion Kossmanni*, parasite de *Portumnus variegatus* (*Platyonychus latipes*). Il n'y aurait aucune difficulté réelle à se procurer sur les *Portumnus* les larves cryptonisciennes de l'Épicaride. La difficulté serait de disposer d'un nombre suffisant de très jeunes crabes, non encore infestés et ayant à peine dépassé le stade Mégalope. En appliquant les techniques d'élevage réalisées à Plymouth par Allen, et qui ont permis, notamment à Miss M. Lebour, l'élevage d'un grand nombre d'animaux

---

([9]) H. Sansin, *C. R. Soc. Biol.*, 127, 1938, p. 969.

marins à partir de l'éclosion de la larve, il semble que cette difficulté puisse être surmontée.

L'expérience devrait porter sur un nombre assez élevé de larves; car il est probable que, dans la cavité incubatrice de la femelle du parasite, la détermination de l'évolution d'une larve cryptoniscienne dans le sexe mâle est acquise au bout d'un certain temps de façon irréversible et avant que ne se soit produite une mue de la larve. S'il en est bien ainsi, ces individus, mis en expérience, résisteraient plus ou moins complètement à la tentative expérimentale. Mais, sur un lot de larves assez important, il s'en rencontrerait un certain nombre encore aptes à évoluer en femelles, et cela suffirait à établir l'exactitude de l'hypothèse formulée, à savoir que le sexe final d'une larve cryptoniscienne dépend des circonstances dans lesquelles elle évolue : fixation directe à l'hôte, ou bien vie au contact du congénère femelle.

On ne peut songer pratiquement à faire fixer sur des crabes des larves cryptonisciennes du plancton, la récolte d'un nombre suffisant de larves et surtout leur identification spécifique étant trop difficile.

En raison de l'intérêt de la question pour les problèmes généraux de la sexualité, j'ai cru pouvoir me permettre de la poser, sans en apporter en même temps la solution expérimentale.

CORRESPONDANCE.

M. **Yves Raoul** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

MM. **Roger Heim**, **André Rochon-Duvigneaud**, **Henri Romagnési** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été attribuées sur diverses fondations.

ANALYSE MATHÉMATHIQUE. — *Sur une équation aux dérivées partielles du second ordre*. Note de M. **Marcel Mendes**, présentée par M. Henri Villat.

1. Il s'agit de l'équation

$$\Delta'_2 U = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial y\,\partial z} - \frac{\partial^2 U}{\partial z\,\partial x} - \frac{\partial^2 U}{\partial x\,\partial y} = 0, \tag{1}$$

qui s'apparente à l'équation du potentiel à deux variables

$$\frac{\partial^2 U}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial \eta^2} = 0,$$

à laquelle on la ramène par un changement de variables, et à l'équation de M. Humbert

$$(2) \qquad \Delta_3 U = \frac{\partial^3 U}{\partial x^3} + \frac{\partial^3 U}{\partial y^3} + \frac{\partial^3 U}{\partial z^3} - 3 \frac{\partial^3 U}{\partial x\, \partial y\, \partial z} = 0,$$

qui admet toutes les intégrales de l'équation (1).

2. Les changements de variables définis par

$$(3) \qquad \begin{cases} u = j\,x + j^2 y + z = -\xi + i\eta, \\ v = j^2 x + j\,y + z = -\xi - i\eta, \\ w = x + y + z = \zeta\sqrt{3}, \end{cases}$$

où j et j^2 représentent les racines cubiques imaginaires de l'unité, donnent les égalités

$$\Delta'_2 U = 9 \frac{\partial^2 U}{\partial u\, \partial v} = \frac{9}{4}\left(\frac{\partial^2 U}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial \eta^2}\right).$$

On en déduit que *l'intégrale générale de l'équation* (1) *est de la forme*

$$U = f(u, w) + g(v, w),$$

f et g étant deux fonctions arbitraires.

3. L'équation (1) jouit d'un grand nombre de propriétés analogues à celles qu'a indiquées pour l'équation (2) M. Devisme [*Sur l'équation de M. Pierre Humbert* (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 1933)]. Notons seulement ici que les fonctions $P_1(\theta, \varphi)$, $Q_1(\theta, \varphi)$, $R_1(\theta, \varphi)$, égales au produit par le même facteur $e^{(\theta+\varphi)/2}$ des cosinus d'Appell $P(\theta, \varphi)$, $Q(\theta, \varphi)$, $R(\theta, \varphi)$, jouent pour l'équation (1) le même rôle que les cosinus d'Appell pour l'équation (2).

4. On peut associer à l'équation (1) un espace dans lequel l'élément linéaire serait donné par la formule

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - dy\, dz - dz\, dx - dx\, dy.$$

Cet espace présente la particularité, étant à trois dimensions, d'avoir un élément linéaire à deux dimensions ; cela résulte de l'égalité

$$ds^2 = d\xi^2 + d\eta^2.$$

On en déduit que, si l'on appelle D la droite d'équations

$$x = y = z,$$

les parallèles à D jouent le rôle de droites isotropes.

Par deux points quelconques M_1, M_2, il passe une infinité de géodésiques toutes contenues dans le plan mené par M_1, M_2, parallèlement à D; nous appelons *plan géodésique* un tel plan.

Si deux vecteurs ont pour composantes a, b, c et a', b', c', ou pour *cosinus directeurs* $P_1(\theta, \varphi)$, ... et $P_1(\theta', \varphi')$, ..., nous définirons leur angle V par l'égalité

$$\cos V = \frac{a(2a' - b' - c') + b(2b' - c' - a') + c(2c' - a' - b')}{2\sqrt{a^2 + b^2 + c^2 - bc - ca - ab}\sqrt{a'^2 + b'^2 + c'^2 - b'c' - c'a' - a'b'}}$$
$$= \left(R_1 - \frac{P_1 + Q_1}{2}\right)_{(\theta+\varphi', \theta'+\varphi)}.$$

Cette même formule définira l'angle de la droite

$$\frac{x}{a} = \frac{y}{b} = \frac{z}{c}$$

et du plan

$$a'x + b'y + c'z = 0.$$

On démontre qu'une droite quelconque admet en chacun de ses points un plan perpendiculaire qui est un plan géodésique, et qu'un plan quelconque admet en chacun de ses points une droite perpendiculaire qui est parallèle à D. Il y a exception si la droite donnée est parallèle à D ou si le plan donné est géodésique.

Le déplacement le plus général qui conserve à la fois les distances et les angles est donné par les formules

$$x = x_0 + ax' + a'y' + a''z',$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

où a, a', a'', ... représentent les *cosinus directeurs* des axes de l'un des systèmes par rapport à l'autre.

La surface qui dans notre espace joue le rôle d'une sphère a pour équation

$$x^2 + y^2 + z^2 - yz - zx - xy = \text{const.}$$

Elle est engendrée par une parallèle à D. La normale en chacun de ses points est la génératrice correspondante. On peut définir la puissance d'un point par rapport à cette surface.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Détermination des caractéristiques aérodynamiques d'une aile par la chronophotogrammétrie.* Note ([1]) de M. **Charles Chartier**, présentée par M. Henri Villat.

1. En connaissant *uniquement* le champ *réel* des vitesses autour d'un profil d'aile, il est possible de déterminer le coefficient de portance du profil. On sait en effet que le coefficient de portance unitaire

$$C_z = \frac{R_z}{S\rho\frac{V_\infty^2}{2}},$$

s'exprime en fonction de la circulation Γ le long d'un contour fermé de longueur L entourant l'aile

$$C_z = \frac{2\Gamma}{aV_\infty} = \frac{2}{a}\int_L \frac{V}{V_\infty}\,ds.$$

Prenons la circulation autour d'un contour formé par deux lignes de courant et deux lignes orthogonales. Suivant les deux lignes orthogonales, l'intégrale est nulle. Pour obtenir l'intégrale suivant les deux lignes de courant L_1 et L_2, posons

$$Z = \frac{V}{V_\infty \cos\alpha},$$

α étant l'angle de vitesse V en ce point avec la vitesse V_∞ prise comme axe des x, il vient

$$C_z = \frac{2}{a}\int_{x_1-x_2} \frac{V}{V_\infty\cos\alpha}\,dx, \tag{1}$$

intégrale qui peut se déterminer au planimètre.

A titre d'exemple nous avons chronophotographié, dans un tunnel hydrodynamique, l'écoulement autour du profil P. Z. L. D. J. 3. à bout rectangulaire. Les C_z déterminés par la formule (1), à partir de la circulation dans une section médiane de l'aile, figurent dans la quatrième colonne du tableau ci-dessous; les C_z déterminés par les mesures aérodynamiques figurent dans la cinquième colonne.

([1]) Séance du 13 janvier 1941.

Corde $a = 12^{cm}$. Nombre de Reynolds $R = 240000$. Allongement $\lambda = 5$.

1. Angle d'incidence i.	2. Aire $A = \int_{x_1 - x_2} \frac{V}{V_\infty \cos\alpha} dx$.	3. Circulation Section médiane. $\Gamma = kAV_\infty$.	4. $C_z = \frac{2}{a} kA$.	5. C_z mesuré en soufflerie.
$-13°$	$-0,0215$	$-0,0543$	$-0,45$	–
2,5	0,0034	0,0086	0,071	0,05
7	0,0340	0,0859	0,71	0,68
13	0,0462	0,1167	1,07	1,05
24	0,0488	0,1233	1,02	0,97

Il est à noter que la méthode utilisée s'applique aux fortes incidences où l'aile laisse un sillage marqué.

2. On peut aborder différemment la détermination de la circulation et par suite la portance. Dans un écoulement à giration, la particule lamellaire d'aluminium éclairée en chronophotographie présente des variations périodiques de brillance qui permettent de mesurer la fréquence de rotation de l'écoulement ([2]). Le tourbillon hélicoïdal de bout d'aile se présente sous la forme d'un épi formé des 2 côtés de l'axe par des portions de lignes hélicoïdales correspondant au quart du pas de l'hélice.

En chronophotographie plane on obtient le pas des lignes hélicoïdales $h = \pi d \tan\alpha$ en mesurant d et α.

Soit V la vitesse du courant général au voisinage du tourbillon, la fréquence de rotation du tourbillon est $\omega = 2\pi V/h$.

D'où la circulation Γ' autour du tourbillon et le coefficient de portance unitaire C'_z correspondant,

$$\Gamma' = 2\pi R^2 \omega, \qquad C'_z = \frac{2\Gamma'}{aV_\infty}.$$

En chronophotographie stéréoscopique, la restitution au stéréotopographe S. O. M. Poivillers donne dans l'espace les vitesses V en chacun des points du tourbillon. D'autre part, si l'on envoie dans ce dernier un peu d'air, les bulles se rassemblent le long de l'axe qui se trouve ainsi figuré dans l'espace. On connaît alors la distance R à l'axe d'un point où règne la vitesse V. La circulation autour du tourbillon s'écrit ainsi $\Gamma' = 2\pi R v$, v étant la projection de V sur le plan normal à l'axe, d'où

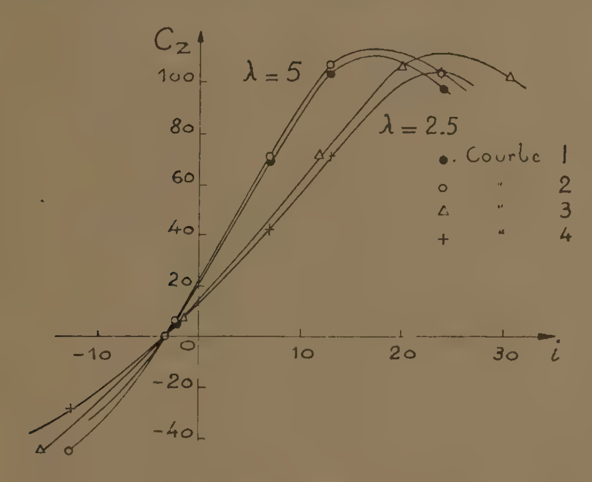
$$C'_z = \frac{2\Gamma'}{aV_\infty}.$$

([2]) A. Foch et Ch. Chartier, *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 1163.

Nous donnons, dans le tableau suivant, les résultats de ces méthodes appliquées au profil d'aile P. Z. L. D. J. 3 à bout rectangulaire à demi-corde à l'aval du bord de fuite.

Corde $a = 12^{cm}$.	Nombre de Reynolds R = 240000.	Allongement $\lambda = 2,5$.
—	—	—
Inclinaison de l'aile i.	Intensité tourbillonnaire Γ'.	C'_z.
$-13°,3$	$-0,033$	$-0,28$
$-3,3$	0	0
7	0,052	0,43
13	0,091	0,75
24	0,125	1,04

3. Si l'on compare (voir la figure) les courbes de portance calculées à



(1) Courbe des portances obtenue en soufflerie — $\lambda = 5$;
(2) Courbe des portances déduites des circulations Γ calculées dans une section médiane — $\lambda = 5$;
(3) Courbe des portances déduites de la courbe précédente (2) par les formules de Prandtl — $\lambda = 2,5$;
(4) Courbe des portances déduites des circulations Γ' calculées autour du tourbillon de bout d'aile — $\lambda = 2,5$.

partir de la circulation Γ' autour du tourbillon et à partir de la circulation Γ dans un plan médian pour le même allongement [2], on obtient

[2] La courbe ($100\,C_z$, i) allongement 5 a été ramenée à celle de l'allongement 2,5 en appliquant la formule de Prandtl pour l'aile à bout rectangulaire

$$i_2 = i_1 + \frac{C_z}{\pi}\left(\frac{1+\sigma_2}{\lambda_2} - \frac{1+\sigma_1}{\lambda_1}\right).$$

l'effet global de l'ensemble des *tourbillons secondaires de Prandtl* du de l'aile et du sillage raccordement dû tourbillon d'extrémité.

D'autre part, en appliquant cette méthode pour le calcul des circulations dans plusieurs sections de l'écoulement le long de l'envergure et en particulier aux extrémités, on peut suivre l'évolution des tourbillons secondaires. D'où *une méthode de calcul*, qui peut se transposer sans grande modification à l'étude d'un ensemble *aile-fuseau-moteur* ou d'une *hélice*.

DYNAMIQUE DES FLUIDES. — *Réflexion des ondes longitudinales dans les liquides. Conversion en ondes transversales.* Note [1] de M. **René Lucas**, transmise par M. Paul Langevin.

L'objet de cette Note est de montrer que la réflexion, sur une paroi rigide plane, d'ondes longitudinales se propageant dans un liquide visqueux s'accompagne, de manière nécessaire, de la formation d'ondes transversales.

Pour une incidence convenable, la conversion d'ondes longitudinales en ondes transversales peut être complète. Soit un faisceau d'ondes planes longitudinales se propageant dans un liquide visqueux *mouillant* une surface plane réfléchissante rigide. Les conditions à la paroi sont les suivantes : les molécules du liquide ne doivent pas prendre de déplacement normal et tangentiel lors de la réflexion. Ces deux conditions ne peuvent être satisfaites par des ondes réfléchies longitudinales.

Elles peuvent l'être, par contre, si l'on admet qu'aux ondes incidentes correspondent par réflexion des ondes longitudinales *et* des ondes transversales. Si i est l'angle d'incidence, A l'amplitude en un point de la paroi des ondes longitudinales incidentes, A′ l'amplitude des ondes longitudinales réfléchies et A″ l'amplitude des ondes transversales de viscosité (dont la normale aux plans d'ondes fait l'angle r avec la normale à la paroi) on trouve les relations suivantes :

$$\frac{A'}{A} = \frac{\cos(i+r)}{\cos(i-r)}, \qquad \frac{A''}{A} = \frac{\sin 2i}{\cos(i-r)}, \qquad \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{V_l}{V_t},$$

V_l et V_t désignant les vitesses des ondes longitudinales et transversales. Rappelons que $V_t = 2\sqrt{\pi\eta\nu/\rho}$, η et ρ désignant la viscosité et la masse spécifique du liquide, ν la fréquence des ondes.

[1] Séance du 13 janvier 1941.

La première de ces relations montre que la réflexion s'accompagne d'un affaiblissement de l'onde longitudinale par réflexion, sauf pour $i=0$ ($A'=A$) et $i=\pi/2$ ($A'=-A$), la réflexion étant parfaite. Pour une incidence i_c telle que $i_c+r=\pi/2$, soit tang $i_c=V_l/V_t$, il y a abolition du pouvoir réflecteur pour l'onde longitudinale et conversion *complète* de l'énergie incidente en ondes transversales qui s'amortissent très vite.

J'ai cherché à obtenir la confirmation expérimentale des caractères principaux de ces résultats par l'emploi d'ultrasons. Les considérations précédentes permettent une justification de l'existence des deux types d'ondes dans la représentation de l'agitation thermique des liquides. La réflexion des ondes longitudinales d'agitation thermique s'accompagnant d'une conversion en ondes transversales, il est nécessaire, pour que se maintienne un équilibre thermodynamique, qu'un processus inverse ait lieu. L'analyse précédente permet ainsi d'exprimer la condition d'équilibre entre les deux types d'ondes. Si I_l et I_t sont les intensités, à la fréquence ν des ondes longitudinales et transversales (parfaitement diffusées), la condition d'équilibre est exprimée par la relation

$$I_l V_l^2 = \frac{1}{2} I_t V_t^2.$$

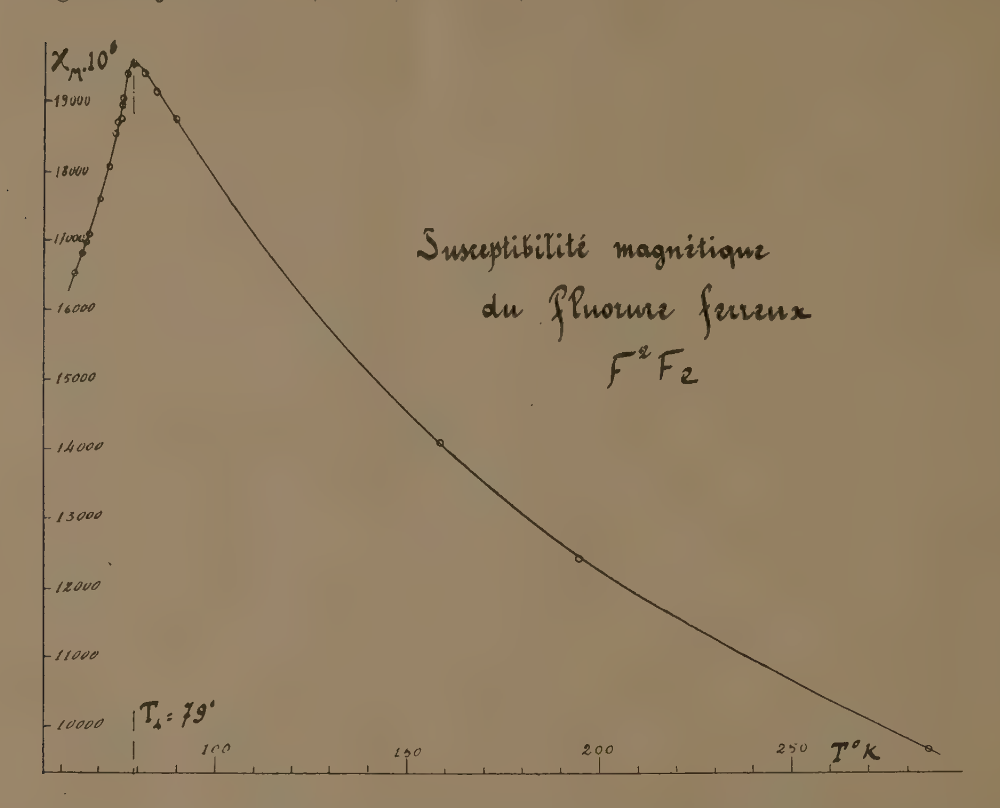
MAGNÉTISME. — *Le point de transition λ du fluorure ferreux* F^2Fe. Note [1] de MM. **Henri Bizette** et **Belling Tsaï**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous avons étudié entre 20° C. et — 210° C. la susceptibilité magnétique du fluorure ferreux. L'échantillon a été préparé par l'action prolongée à 50° C. de l'acide fluorhydrique anhydre et pur sur le chlorure ferreux anhydre cristallisé, ce dernier ayant été obtenu par l'action à température modérée d'un mélange d'hydrogène et d'acide chlorhydrique anhydre sur le chlorure ferrique sublimé. Le fluorure ferreux se présente alors sous forme d'une poudre parfaitement blanche.

La courbe représentant la susceptibilité en fonction de la température présente un point de transition à la température de —194° C. Entre la température ordinaire et —183° C. la susceptibilité peut être représentée par la formule $\chi_M=C_M/(T+\Theta)$ avec $C_M=3{,}88$ et $\Theta=117°$ K., le

(1) Séance du 6 janver 1941.

nombre de magnétons de Bohr étant de 5,59. A partir de — 194° C. la susceptibilité diminue rapidement avec la température, comme le montre la figure ci-jointe.



Il y aurait lieu de rechercher à la même température l'anomalie correspondante de la chaleur spécifique et la contraction correspondante du réseau cristallin.

PHOSPHORESCENCE. — *Remarques sur les spectres de phosphorescence de l'azote et leurs interprétations.* Note (¹) de Mme **Renée L. Herman**, présentée parM. Aimé Cotton.

I. On sait que les spectres de phosphorescence de l'azote se composent de bandes appartenant aux premier et deuxième systèmes positifs, à ceux de Vegard-Kaplan et de Goldstein et même au premier système négatif.

(1) Séance du 13 janvier 1941.

L'aspect et l'intensité d'un système de bandes dépend des conditions d'excitation. Ainsi les bandes de Vegard-Kaplan sont peu intenses dans la phosphorescence des bandes α.

Un certain nombre de faits connus sont interprétés depuis longtemps. On a admis la présence d'atomes métastables (Strutt), de molécules métastables (Saha et Sur) ou d'un mélange des deux (Cario et Kaplan). Ces interprétations concernent surtout les bandes α et n'expliquent pas du même coup les autres systèmes de bandes. D'autre part les mécanismes invoqués ne permettent pas de prévoir certaines particularités de la phosphorescence jaune : augmentation d'intensité lorsque la température baisse, puis extinction à la température de l'air liquide; longue durée, supérieure à 5 heures; bandes $B(v=12)$ plus intenses que $B(v=6)$. Enfin, dans la région infrarouge, le premier système positif ne présente pas de sélectivité (Kichlu et Acharya) et ne semble pas avoir la même origine que dans la région visible.

II. Suivant les processus invoqués dans une Note précédente ([2]), on doit s'attendre à découvrir dans la phosphorescence, outre les bandes déjà observées, les bandes $a\,^1\Pi_u \to X\,^1\Sigma_g^+$ de Lyman-Birge-Hopfield. Les réactions possibles sont multiples. Les niveaux supérieurs des bandes d'émission peuvent se former soit directement à partir des atomes, soit par l'intermédiaire de la molécule métastable A_7 ou A_0.

Nous allons examiner rapidement les divers systèmes de bandes que peuvent donner ces mécanismes.

a. Bandes α. — Les niveaux supérieurs B_{12} et B_6, les plus intenses, surtout à basse température, peuvent être formés par les réactions suivantes :

	1-B_{12}.	2-B_6.
Cas I.....	$N(^4S) + N(^2D) \to B_{12}$	$N(^4S) + 2N(^2D) \to B_6 + N(^2P)$
Cas II....	$e \to B_{12}$	$a \to B_6$
Cas III...	$A_7 + N(^2D) \to B_{12} + N(^4S)$	$A_7 + 2N(^2D) \to B_6 + N(^2P) + N(^4S)$
Cas IV ...	$A_0 + N(^2P) \to B_{12} + N(^4S)$	$A_0 + N(^2D) \to B_6 + N(^4S)$

Les quatre cas possibles sont équivalents au point de vue énergétique. Le cas I, purement atomique, explique l'essentiel de la phosphorescence d'une manière très simple. Le cas II est purement moléculaire. Le cas IV est celui qu'ont proposé Cario et Kaplan. L'avantage des cas I et III sur IV, c'est de montrer immédiatement que les bandes B_{12} (excitées par chocs

([2]) *Comptes rendus*, 211, 1940, p. 773.

doubles) doivent être plus intenses que les bandes B_6 (excitées ici par chocs triples). Ils montrent également qu'il est possible d'observer la phosphorescence jaune sans les bandes de Vegard-Kaplan.

Considérons maintenant le processus d'équilibre

$$(\alpha_1) \qquad 2N(^4S) + N(^2D) \rightleftharpoons A_0 + N(^2P).$$

Si l'on applique la loi d'action de masse à cette réaction, on trouve que la concentration en A_0 augmente à basse température. Si (α_1) est valable, on devrait s'attendre en même temps à la disparition des atomes $N(^2D)$ et à l'extinction de la phosphorescence jaune. Pour les températures suffisamment élevées, lorsque la recombinaison des atomes $N(^4S)$ en molécules X devient notable (effet de paroi), on a de nouveau extinction.

La phosphorescence (cas I) s'affaiblit avec l'épuisement des atomes; mais, suivant (α_1), A_0 et $N(^2P)$ se transforment alors progressivement en $N(^4S)$ et $N(^2D)$, ce qui rend possible la très longue durée de la phosphorescence.

Indépendamment de ces bandes sélectives, on doit s'attendre à l'émission de bandes infrarouges à partir du niveau $B(v = 0$ ou $1)$ en vertu de $2N(^4S) \rightarrow B_0$. Ces bandes sont émises en même temps que la phosphorescence jaune. Elles correspondraient au spectre observé par Kichlu et Acharya (3).

b. Bandes du *deuxième groupe positif*. Elles sont émises dans les processus $\delta[2N(^4S) + N(^2P) \rightarrow C + N(^4S)$ etc.]. A température modérée elles seront peu intenses par suite d'un léger défaut d'énergie. Ce processus fait intervenir les atomes $N(^2P)$. Si donc la concentration en atomes $N(^4S)$ et $N(^2D)$ est élevée, les bandes α seront intenses et celles du second groupe positif, faibles. Le processus qui donne les bandes de Goldstein peut également intervenir dans la formation des niveaux plus élevés du deuxième groupe positif.

c. Pour les bandes du *quatrième groupe positif*, émises dans les processus $\zeta[N(^2D) + N(^2P) \rightarrow D$ etc.], la différence entre le palier de la courbe de potentiel instable et le minimum de la courbe stable est de $0^{\text{volt}},5$ environ. L'énergie de dissociation du niveau instable serait ici plus importante que dans les autres cas.

d. *Bandes de Goldstein*. — Ces bandes sont émises dans les processus

---

(3) *Proc. Roy. Soc.*, A, 123, 1929, p. 168.

$\varepsilon[N(^2D) + N(^2D) \to Y$ etc.]. Le niveau supérieur de ces bandes paraît intervenir dans la prédissociation du niveau $C\,^3\Pi_u$.

e. Les *bandes de Lyman-Birge-Hopfield* $a\,^1\Pi_u \to X\,^1\Sigma_g^+$ sont émises dans les processus $\gamma[N(^4S) + 2N(^2D) \to a + N(^2P)$ etc.]. Ces bandes paraissent jouer un rôle important dans la phosphorescence. Les petits coefficients d'absorption des bandes $X \to a$ sont en faveur d'une longue durée de vie du niveau a qui serait métastable. On peut alors envisager une excitation *par fluorescence* du premier groupe positif : $X + h\nu \to a$ et $a + X \to B_6 + X$. Dans ce cas les bandes B_6 deviendraient plus intenses (faibles pressions).

f. Bandes de Vegard-Kaplan. — Les bandes les plus intenses observées en phosphorescence sont (0,6) et (0,5) en accord avec le processus atomique α_1 qui donne le niveau métastable A_0.

Mais le mécanisme par fluorescence peut jouer un rôle dans l'émission de ces bandes dans la haute atmosphère. Le processus $X + h\nu \to a$ et $X \to B_6 + X$, avec émission des bandes $B_6 \to A_{2,3}$, s'effectuant pendant le jour et la phosphorescence $A_{2,3} \to X$ continuant la nuit.

RAYONS X. — *Nouvelles mesures sur les spectres d'émission* L *de* Lu 71 et Yb 70. *Émissions hors diagramme* γ_0 *et* β_{14}. Note de Mlle **Marie-Louise Allais**, présentée par M. A. Cotton.

Nous avons obtenu, à l'aide du matériel expérimental à pouvoir de résolution élevé, utilisé par Y. Cauchois (2) dans son étude sur les satellites Lα des terres rares, les spectres d'émission L des éléments 71, lutécium et 70, ytterbium. Les dernières mesures sont celles de Wennerlöf (3), précédées des travaux de Dauvillier (4) et de Coster (5).

Nous avons opéré sur un mélange en proportions voisines d'oxydes de Lu et de Yb, qui avait été mis à notre disposition par M. G. Urbain. L'émission électronique nécessaire à l'excitation du rayonnement provenait d'un filament de nickel-chrome recouvert d'une mince couche

(1) Séance du 30 décembre 1940.

(2) *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 398; 205, 1937, p. 519.

(3) *Ark. Mat. Astr. o. Fysik*, (A), 22, n° 8, 1930.

(4) *Comptes rendus*, 174, 1922, p. 1347.

(5) *Phil. Mag.*, 44, 1922, p. 546.

d'oxyde de barium. Le tableau I donne les longueurs d'onde et les valeurs énergétiques des raies fortes d'émission que nous avons mesurées.

TABLEAU I.

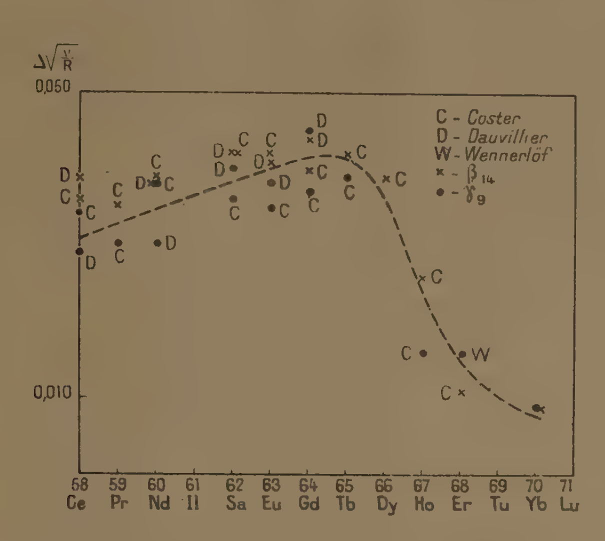
		71 Lu.		70 Yb.	
L_I		λ.	ν/R.	λ.	ν/R.
β_4	M_{II}	$1437,5_8$	633,89	$1488,3_1$	612,29
β_3	M_{III}	$1398,6_3$	651,54	$1449,4_2$	628,71
γ_2 (*)	N_{II}	$1182,5_7$	770,58	$1226,2_1$	743,16
γ_3	N_{III}	$1177,1_1$	774,16	inséparable	de 71 γ_1
L_{II}					
β_1	M_{IV}	$1420,6_3$	641,46	$1472,5_9$	618,82
γ_5	N_I	$1257,_1$	724,90	$1303,_6$	699,04
γ_1	N_{IV}	$1219,7_6$	747,09	$1264,9_9$	720,38
L_{III}					
α_2	M_{IV}	$1626,9_0$	560,13	$1679,2_9$	542,65
α_1	M_V	$1616,1_7$	563,85	$1668,5_0$	546,16
β_6	N_I	$1415,_8$	643,63	$1463,_1$	622,84
β_2	N_V	$1367,2_6$	666,49	$1412,4_5$	645,17

(*) Mêlée à 70 γ_4.

Les clichés relatifs aux régions β et γ, obtenus en second ordre (12 u.x./mm), nous montrent deux anomalies : d'une part, une bande floue présentant deux maxima bien nets, adjacente à la raie β_2 du côté des grandes longueurs d'onde; d'autre part, deux raies assez empâtées qui encadrent γ_1 : pour des poses moyennes, γ_1 présente l'aspect d'un trait fin au centre d'une large bande floue.

Or Coster (*loc. cit.*) signale l'existence d'émissions, hors diagramme, particulières aux terres rares, qu'il nomme γ_9 et β_{14}. Elles suivent respectivement $\gamma_1(L_{II}N_{IV})$ et $\beta_2(L_{III}N_V)$, et proviennent d'une perturbation due au niveau $N_{VI,VII}$ qui se constitue pendant l'édification des terres rares, alors que les couches immédiatement extérieures sont déjà complètes. La courbe moyenne représentant les différences de $\sqrt{(\nu/R)}$ pour $\gamma_1-\gamma_9$ et $\beta_2-\beta_{14}$ (sensiblement égales, mais $\gamma_1-\gamma_9$ est légèrement inférieur à $\beta_2-\beta_{14}$ dans la plupart des cas) en fonction du numéro atomique, croît d'une façon à peu près linéaire depuis 58Ce, et décroît brusquement à partir de 65Tb (voir la figure). Étant donné le pouvoir de résolution dont il disposait, Coster n'a pu suivre ces émissions que jusqu'à 68Er, et pour les deux derniers éléments, 67 et 68, les séparations

n'étaient pas totales; les longueurs d'onde qu'il donne, à l'u. x. près, sont déduites des élargissements de γ_1 et de β_2.



COSTER, *loc. cit.*; DAUVILLIER, *C. R.*, 176, 1923, p. 1381; WENNERLÖF, *loc. cit.*

Si l'on porte, sur le diagramme en question, les nombres que nous obtenons (tableau II) pour l'élément 70 comme différence $\Delta\sqrt{\nu/R}$ entre, d'une part β_2 et la longueur d'onde moyenne de la bande proche de β_2, et d'autre part γ_1 et l'émission située du côté des grandes ondes par rapport à γ_1, on peut admettre que les points correspondants se placent assez bien sur la courbe représentative. En effet, par suite de l'imprécision signalée plus haut, les points relatifs aux éléments 67 et 68 sont placés avec une incertitude plus grande que pour les terres rares plus légères, incertitude qui fait hésiter quant à l'allure de la courbe dans cette région. Ceci nous conduit à penser que les émissions observées sur nos clichés sont de même nature que γ_9 et β_{14}, non résolues par Coster pour l'élément 70. D'ailleurs l'émission β_{14}, examinée sur des clichés ayant servi à Y. Cauchois pour l'étude des satellites $L\alpha$ de Dy 66 et Sa 62, présente le même aspect de bande large et floue que pour l'ytterbium.

L'importance de cette bande proche de β_2 ne nous a pas permis de savoir ce que devient, pour cet élément, la raie de diagramme β_{15}, sans doute mêlée à cette émission complexe.

Sur les clichés dont nous disposons actuellement, nous n'avons pu

faire d'observations concluantes quant à des émissions analogues pour l'élément Lu 71.

TABLEAU II.

Yb 70 *raies hors diagramme.*

	Raie non identifiée	γ_1.	γ_9	β_2.	Bande floue. 1er max.	2e max.	moyenne.
λ......	1263,9	1264,99	1265,8	1412,45	1413,1	1413,8	1413,45
ν/R....	721,00	720,38	719,92	645,17	644,87	644,55	644,71
$\Delta(\nu/R)$.	+0,62	0	−0,46	0	−0,30	−0,62	−0,46
$\sqrt{\nu/R}$...	26,852	26,840	26,831	25,400	25,394	25,388	25,391
$\Delta\sqrt{\nu/R}$..	+0,012	0	−0,009	0	−0,006	−0,012	−0,009

Les références utilisées étaient les suivantes : Nb, Zr, Y, Sr, Rb, As, Zn, Ni, Cu (spectres K). Dans certains cas, l'encadrement des raies à mesurer par les raies de référence étant assez lointain, il n'était plus possible d'admettre une dispersion linéaire; en assimilant la courbe $\Delta\lambda = f(\Delta x)$ à une portion de parabole passant par trois points, nous avons adopté une formule comportant un terme correctif en $(\Delta x)^2$

$$\Delta\lambda = a_1 \Delta x + a_2 (\Delta x)^2,$$

dont les coefficients a_1 et a_2 étaient déterminés par la position de trois références. La correction de Bragg, nécessitée par la superposition d'ordres différents dans le cas présent, où le plan réflecteur n'est pas rigoureusement normal aux faces du cristal, et traduite en distance sur la plaque photographique, n'affecte que le dix-millième de millimètre, c'est-à-dire une valeur inférieure à la précision du comparateur.

Il serait intéressant d'étudier, dans les mêmes conditions expérimentales, les émissions γ_9 et β_{14} des éléments 67, 68 et 69, et de voir si l'émission floue située du côté des courtes longueurs d'onde par rapport à γ_1 (que nous n'avons pu identifier) subsiste pour les autres terres rares.

MINÉRALOGIE. — *Sur la formation en feuillets cohérents de quelques minéraux cryptocristallins.* Note de M. **Maurice Dériberé**.

Il est connu que la bentonite gonflée dans l'eau et étalée en couches sur un support lisse tel qu'une plaquette de verre, puis séchée, peut donner

des pellicules cohérentes. Sur cette base ont même été réalisés des produits industriels cherchant à remplacer le mica.

La structure des éléments cristallins conduisant à un tel arrangement doit répondre à des caractéristiques bien particulières car la formation de feuillets dans de telles conditions ne peut être réalisée avec des produits dont la forme pourrait sembler voisine, tels que le mica finement broyé au mortier ou divisé, de façon plus complète encore, dans un moulin permettant d'obtenir des grains ayant la dimension des particules colloïdales. Les suspensions de kaolins réalisées en milieux aqueux de pH variés ou avec les seules portions colloïdales séparées par décantation, ne donnent pas davantage de feuillets, mais seulement un dépôt pulvérulent.

Dans la nature les conditions correspondant à la formation de feuillets se sont manifestées dans un groupe de minéraux de faciès papyracés, que les anciens minéralogistes nommaient *carton*, *cuir* ou *papier de montagne*, et qui ont été rangés dans le groupe des palygorskites.

Un tel faciès papyracé se rencontre également dans un minéral curieux trouvé dans les calcaires bajociens de La Table (Savoie), près du croisement des routes de La Table à Étable et de Villarléger à Étable.

Ce minéral a été étudié par M[lle] Caillère qui, sur la base d'une analyse chimique et des courbes thermiques, le classe comme une variété de kaolinite ([1]). Vers la même époque Lemoine attribuait à ce minéral la formule approximative $2SiO^2, Al^2O^3, H^2O$ et le classait également dans le groupe des kaolins en le rapprochant des nacrites ([2]).

Nous avons examiné ce minéral quant à sa faculté de former des feuillets.

Le minéral de La Table se trouve disposé dans les fissures d'un calcaire bajocien bleuâtre, parcouru par des veines blanches de calcite presque pure, souvent cristallisée. Le minéral lui-même se trouve associé à des cristaux de quartz aplatis suivant e^2, souvent bipyramidés, qu'il enveloppe généralement. Il offre l'aspect de membranes ou de vieux chiffons où l'on distingue nettement un faciès fibreux.

Mouillé, il se roule en boule, mais en séchant il reprend son allure membraneuse. Toutefois, laissé quelque temps dans l'eau, il prend une consistance gélatineuse et, si on l'agite vivement il se désagrège et se met en suspension en gonflant d'environ sept fois son volume initial.

([1]) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1795, *Bull. Soc. Franç. minér.*, 59, 1936, p. 353.

([2]) E. Lemoine, *Bull. Soc. Hist. Nat. Savoie*, 23, 1935, p. 199.

Sous cette forme on peut l'étendre sur une plaque de verre par coulage. Après simple séchage on obtient une feuille tenace reproduisant, sous une forme plane et régulière, la membrane originale. L'examen sous le microscope montre encore une nature fibreuse, bien que moins marquée et formée avec des fibres plus courtes et moins régulièrement orientées.

Si la même suspension est finement et longuement broyée, on obtient une pâte homogène dans laquelle les fibres ont entièrement disparu et où le faciès fibreux ne s'observe plus sous les plus forts grossissements du microscope. Cette suspension, étendue sur verre et séchée, donne cependant encore un feuillet bien homogène et tenace, mais où l'on n'observe plus de fibres.

Ceci précise que ce n'est pas le caractère fibreux apparent qui joue le principal rôle dans la formation des feuillets, mais bien la structure moléculaire de la substance. Ceci est encore démontré par un essai qui nous montre combien la notion de faciès est, en minéralogie, comme l'a signalé Mlle Caillère, un caractère fragile et qui ne peut servir à définir une espèce. Il existe en effet dans les fissures du calcaire des remplissages parfaitement compacts d'une matière tendre et onctueuse, blanche ou verdâtre; l'analyse permet de la rapporter au même minéral que celui existant en feuillets au voisinage. Il semble d'ailleurs que ces formations proviennent d'une désagrégation des feuillets situés au-dessus.

Par broyage poussé de cette matière dans l'eau distillée, on obtient une suspension qui, étalée en couches et séchée, donne des feuillets très cohérents.

Les feuillets réalisés au cours de ces divers essais, soit à partir de membranes lavées à l'eau, puis à l'acide chlorhydrique dilué pour les débarrasser de leurs impuretés, soit à partir du minerai compact des fissures inférieures, sont souples et peuvent être courbés à 90° sur des échantillons de 4^{cm} de long et $5/10^e$ de millimètre d'épaisseur. Leur résistance à la traction est remarquablement élevée et atteint 18 à 20 kg/cm^2. Des feuilles de toutes épaisseurs, jusqu'à $6/10^e$ de millimètre peuvent être réalisées en faisant varier la concentration en matière solide des suspensions. Des échantillons plus épais peuvent être obtenus en superposant plusieurs feuillets.

Des résultats du même genre ont été obtenus à partir de la palygorskite de Nijni-Novgorod (U. R. S. S.). Par broyage très poussé et mise en suspension, on obtient des feuillets homogènes et consistants.

PÉDOLOGIE. — *Limites boréales de la latéritisation actuelle en Afrique occidentale.* Note (¹) de M. H. Scaëtta, présentée par M. Auguste Chevalier.

La vue d'ensemble que nous avons acquise, au cours de nos voyages d'étude, sur la distribution géographique de la latéritisation actuelle en Afrique occidentale, nous permet de fixer les limites boréales de ces phénomènes pédologiques entre le Sahara méridional et les rivages du golfe du Bénin.

Dans la zone à climat subéquatorial (deux longues saisons pluvieuses et deux saisons sèches), la couche concrétionnée latéritique *demeure* à des profondeurs variant entre 50^{cm} et 3^{m} en moyenne (²). Elle est masquée par des eluvia (³) d'âge pédologique différent qui, sous le régime humide des moussons atlantiques, portent la grande forêt ombrophile dont les racines même des arbres les plus hauts, sont traçantes et ne transpercent pas l'eluvium. L'apparition en surface de la couche éluviale est accidentelle; elle résulte de la disparition de la forêt, par érosion et dénudation.

Entre le 10e et le 14e parallèle, zone qui appartient à l'aire moyenne d'oscillation de l'équateur thermique et qui coïncide avec l'aire des précipitations les plus abondantes de la zone soudanaise ou de la brousse-parc d'Auguste Chevalier (⁴), d'immenses plate-formes de latérite dure (de cuirasses) appartenant aux types les plus divers (épaisses en station convexe de quelques décimètres à plusieurs mètres), sont en surface. Elles sont souvent nues, plus rarement couvertes par des eluvia minces, de constitutions physico-chimiques variées. Ces eluvia alimentent la forêt tropicale (⁵) presque partout dégradée et édaphiquement spécialisée. Les affleurements de ces cuirasses, parmi lesquelles prédomine le type massif-alvéolé, sont couverts par la prairie à Graminées, également spécialisée, qui profite des accumulations de sol dans les irrégularités de la surface ou

(¹) Séance du 2 décembre 1940.

(²) Un profil type de cette catégorie est celui de Yapo en Côte d'Ivoire par 5°30′ Nord, décrit dans *Observations sur l'Origine et la constitution des sols de l'Afrique Occidentale Française* (*Annales Agronomiques*, **101**, Janv.-Mars 1940, p. 126).

(³) On appelle *eluvium* les couches meubles amenées par ruissellement.

(⁴) *Flore vivante de l'Afrique Occidentale Française*, **1**, 1938, p. 19.

(⁵) C'est-à-dire la forêt vivant sous le climat tropical (une saison humide et une saison sèche).

dans les crevasses. Dans cette aire la latérite peut manquer ou rester en profondeur, quand des alluvions puissantes ont comblé les dépressions. Mais il ne s'agit là, dans le paysage général, que d'accidents de l'hydrographie.

Au Nord, jusqu'aux environs du 16e parallèle, la latéritisation massive cède le pas, progressivement, à des phénomènes corollaires d'expurgation allitique superficielle et de *ferrettisation* (montée du fer) ([6]). C'est l'aire des roches tendres patinées et des pseudo-gravillons pisolithiques et oolithiques disséminés sur de grandes surfaces. Cette zone abrite les différents faciès de la forêt sahélienne et des steppes à épineux d'Aug. Chevallier. Ces pseudo-gravillons, qui couvrent parfois complètement le sol, comme le ferait une couche de sable, éliminent toute végétation, même les Graminées les plus xérophiles et les anhydrobiotes. La haute température, pratiquement uniforme et constante toute l'année, qui règne à la surface du sol recouvert par ces gravillons, empêche la germination. Par contre, sur les pentes où le ruissellement ou le vent les ont enlevés, la steppe se reconstitue par l'apparition, d'abord des Graminées et, ensuite, des fourrés d'épineux. Dans cette aire on rencontre encore des latérites, parfois épaisses, composées de types variés de cuirasses, mais il s'agit ici de latérites fossiles que l'érosion a entaillés.

Ces trois bandes climatiques que nous venons d'envisager sont dans l'ensemble parallèles et s'infléchissent vers le Sud au voisinage du 2° méridien Est, par effet de la continentalité. Le 8e parallèle fait la transition du climat subéquatorial (deux saisons de pluie) au climat tropical (une saison de pluie et une saison sèche). Le déséquilibre entre les deux saisons s'accentue avec la latitude et marque la progression de la sécheresse.

PHYSIOLOGIE. — *Le comportement des glucides et du glycérol dans le rétablissement de l'équilibre alimentaire.* Note ([1]) de M. **Raoul Lecoq**, présentée par M. Maurice Javillier.

Le déséquilibre alimentaire peut être produit de multiples façons, notamment par l'introduction en proportion assez élevée dans la ration de glucides de déséquilibre, spécialement le lactose et le galactose, ou

---

([6]) H. Scaëtta, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 912-914,

([1]) Séance du 13 janvier 1941.

encore de protides ou de lipides trop rapidement assimilables, tels que la peptone de muscle, l'huile de ricin et, d'une façon plus générale, les acides gras libérés de leur combinaison avec le glycérol. Nous avons déjà montré le rôle que peut jouer dans la rééquilibration de ces rations, l'introduction dans le régime de glucides, tels que le glucose et le saccharose. En particulier, nous avons constaté que le saccharose, dans la proportion de 35 %, atténue grandement le déséquilibre dû à la présence d'acides gras ([2]). Les résultats les plus favorables furent obtenus avec un mélange d'acides gras de point de fusion de + 55-57°, dont nous avions, par ailleurs, étudié l'action déséquilibrante ([3]). En aucun cas, toutefois, l'équilibre de la ration ne fut réalisé, les animaux succombant plus ou moins rapidement à des crises polynévritiques.

Un essai pratiqué sans glycérol nous ayant permis d'obtenir comparativement chez nos pigeons de plus longues survies, nous avons repris le problème en essayant l'action rééquilibrante du saccharose dans des conditions que nous pensions meilleures, en présence du mélange d'acides gras de point de fusion élevé constitué approximativement par 50 % d'acide stéarique, 40 % d'acide palmitique et 10 % d'acide oléique, avec ou sans addition de glycérol.

A cet effet nous avons utilisé les quatre régimes dont nous donnons la composition centésimale ci-après :

	I.	II.	III.	IV.
Peptone de muscle	59	59	17	17
Mélange d'acides gras	22	20	22	20
Glycérol	–	2	–	2
Saccharose	–	–	42	42
Graisse de beurre	4	4	4	4
Mélange salin d'Osborne et Mendel	5	5	5	5
Agar-agar	8	8	8	8
Papier filtre	2	2	2	2

Les régimes I et II ne diffèrent entre eux que par la substitution de 2 % de glycérol à une égale proportion d'acides gras.

Les régimes III et IV diffèrent des deux précédents par la substitution de 42 % de saccharose à une égale proportion de peptone de muscle.

Ces régimes furent administrés par gavage, à raison de 20g par jour,

---

([2]) R. Lecoq, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1001.
([3]) R. Lecoq, *C. R. Soc. Biol.*, 128, 1938, p. 621.

à des pigeons adultes de 350^g environ divisés en quatre lots comprenant chacun seize sujets. Ces lots furent eux-mêmes subdivisés en séries de quatre animaux recevant respectivement le régime pur ou additionné quotidiennement de 1^g, 2^g ou 4^g de levure de bière desséchée et pulvérisée, bonne source de vitamines B.

Les survies observées sont groupées dans le tableau ci-après.

	I.	II.	III.	IV.
Régime pur............	25-40 j.	25-50 j.	16-25 j.	16-25 j.
» $+ 1^g$ de levure...	30-60	80-110	110-150 j.	60-100
» $+ 2^g$ » ...	40-80	90-130	+ de 6 mois	80-120
» $+ 4^g$ » ...	50-90	120-160	+ de 6 mois	90-160

En l'absence de glucides préformés et en présence d'acides gras, le glycérol, se comportant comme source d'hydrates de carbone, agit incontestablement en atténuant le déséquilibre alimentaire. La substitution de 42 % de glucides à la même proportion de protides entraîne une rééquilibration meilleure encore, car, avec les plus fortes additions de levure (2^g et 4^g), les pigeons présentent de longues survies. Cependant, en l'absence de crises polynévritiques typiques, on voit s'installer fréquemment chez les sujets, pour un temps plus ou moins long, de curieuses manifestations de déséquilibre atténué, se guérissant d'ailleurs sans aucune intervention. Ces manifestations se traduisent par une *faiblesse des pattes* ou crampe, obligeant l'animal à se coucher ou à se tenir sur une seule patte; nous avions antérieurement observé ce syndrome chez des pigeons recevant une ration pauvre en substances de lest, dites *encombrantes* (1).

Une absorption intestinale trop rapide de substances trop nutritives, entraînant une exagération de la tâche dévolue au foie, paraît être à l'origine de ce déséquilibre atténué.

A l'opposé de ce qui était noté précédemment, l'addition de glycérol au régime renfermant du saccharose entraîne une exagération du déséquilibre. N'ayant plus de carence à combler et surajoutant son action à celle du saccharose, il devient producteur de déséquilibre.

Conclusions. — Le déséquilibre alimentaire dû à la présence dans une ration d'acides gras de point de fusion élevé et à l'absence de glucides, peut, chez le Pigeon, se trouver en grande partie atténué par l'adjonction au régime d'une petite quantité de glycérol.

---

(1) L. Randoin et R. Lecoq, *Bull. Soc. Thérap.*, 32, 1927, p. 293.

Une meilleure rééquilibration de la ration est obtenue par l'introduction de glucides dans le régime; des manifestations transitoires de faiblesse des pattes restent alors les seules manifestations du déséquilibre initial.

L'addition concomitante de glycérol et de glucides se montre moins favorable; le glycérol n'ayant plus à compenser une carence glucidique, intervient comme facteur de déséquilibre. Selon les conditions dans lesquelles il est utilisé, le glycérol peut donc se montrer soit facteur de rééquilibration (s'il y a carence glucidique), soit facteur de déséquilibre (en présence d'une forte proportion de glucides).

EMBRYOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur la migration des gonoblastes et leurs connexions avec l'épithélium germinatif chez le Chat.* Note de M. **Albert Peyron**, présentée par M. Maurice Caullery.

Rubaschkin [1], dans ses études initiales sur la lignée germinale des Mammifères, s'était borné, chez le Chat, à signaler les cellules génitales primitives dans un embryon de 4^{mm}, mais sans apporter de précisions sur leur origine, leur migration et leur évolution. Le matériel que j'ai réuni m'a permis de les identifier au stade de $3^{mm},5$; les gonoblastes y sont déjà reconnaissables et *encore incorporés à l'entoblaste*, de chaque côté de la ligne médiane. J'ai pu suivre, à partir de cette période, leur migration vers l'éminence sexuelle : au cours de leur trajet dans le mésentère primitif, les gonoblastes sont parfois difficiles à distinguer des éléments mésenchymateux, mais, dès qu'ils ont atteint le revêtement cœlomique, on les reconnaît facilement, après coloration par l'hématoxyline au fer, la fuchsine basique azur II et les méthodes panoptiques de Pappenheim : ils ont de grandes dimensions, une forme polyédrique ou globuleuse, avec parfois des pseudopodes, un cytoplasme clair (à l'hématoxyline) ou coloré en rose pâle, un noyau également clair pourvu d'une masse centrale de chromatine volumineuse ou irrégulière. L'ensemble de leurs caractères topographiques ainsi que les déformations du corps cellulaire confirment qu'ils abordent l'épithélium germinatif à travers le mésenchyme sous-jacent. Leur amiboïsme ne paraît pas douteux; je considère comme peu vraisemblable l'hypothèse d'un déplacement purement passif, lié à des

(1) *Anat. Hefte*, 35, 39, 41, 46, 1907 à 1912.

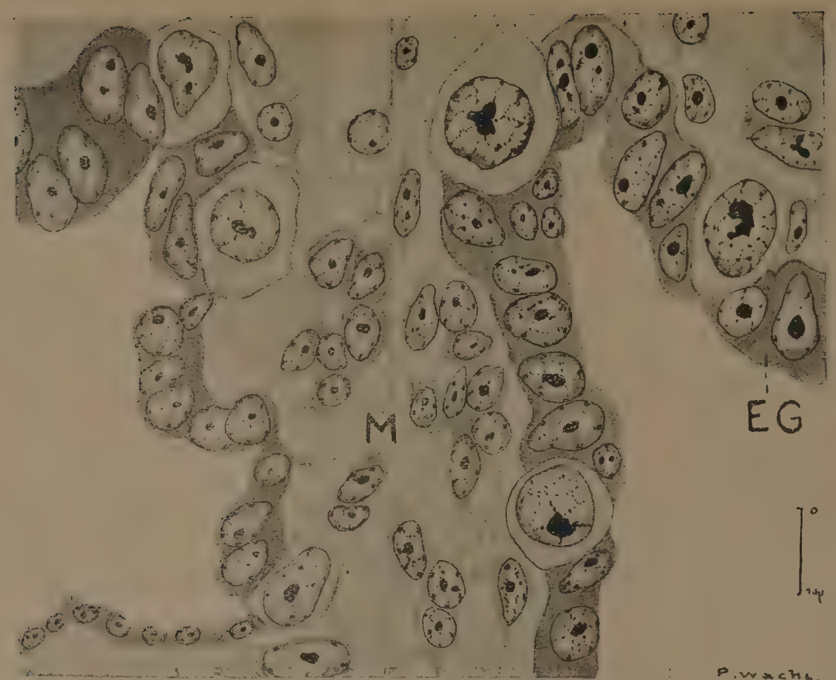


Fig. 1. — Embryon de 6mm. On voit, de chaque côté, le segment interne de l'éminence génitale, E. G.; au milieu, le mésentère primitif n'a pu être figuré dans la totalité de sa largeur, on a simplement représenté la bordure juxta-cœlomique; la ligne gris foncé, M, correspond à la zone médiane. La prolifération du mésothélium germinatif a déjà commencé.



Fig. 2. — Embryon de 9mm. Même topographie. Dans l'épithélium germinatif, nombreux gonoblastes, dont plusieurs en mitose; dans le mésenchyme, leur migration continue.

inégalités d'accroissement des tissus voisins; leur genèse, aux dépens du revêtement cœlomique lui-même, doit également être écartée, il faut souligner qu'ils entrent parfois en mitose avant d'avoir atteint le mésothélium germinatif.

Au stade de 9^{mm}, on observe une prolifération beaucoup plus avancée du mésothélium, la migration des gonoblastes n'est d'ailleurs pas achevée. Cet épithélium germinatif en voie de développement est constitué d'éléments pluristratifiés, de forme allongée, d'architecture syncytiale, pourvus d'un cytoplasme fibrillaire et de noyaux à réseau délié. Aucune confusion n'est donc possible, à ce stade, entre les éléments somatiques de l'éminence sexuelle et les gonoblastes, du moins en ce qui concerne les éléments en repos. D'autre part les gonoblastes ne montrent pas une fréquence particulière des lésions dégénératives (caryolyse, caryorrhexis), qui devaient, au contraire, s'observer souvent si, comme le pensent divers auteurs, ils disparaissaient pour faire place à des gonoblastes définitifs d'origine somatique. Toutefois, il me paraît préférable de réserver la question complexe de leur évolution ultérieure et de leur continuité morphologique avec ces derniers; elle déborderait le cadre de cette Note, dont le seul objet est d'établir que le blastoderme du Chat s'homologue à celui des autres Mammifères, en ce qui concerne la mise en place des cellules génitales primitives et leur action organisatrice sur le mésothélium cœlomique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De quel type chimique d'alcaloïdes faut-il rapprocher la cinchonamine* ? Note de M. **Raymond-Hamet**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Alors que les botanistes rangent les Quinquinas et les Yohimbés dans une même tribu, celle des Rubiacées-Cinchonées, les chimistes, depuis qu'ils connaissent la formule développée des alcaloïdes extraits de ces drogues, ont dû insérer dans deux groupes très distincts d'une part ceux qui s'apparentent à la quinine, d'autre part ceux qui gravitent autour de la yohimbine.

Nous nous sommes proposé de rechercher si, parmi les bases que, dans l'ignorance de leur constitution moléculaire, on rapproche de la quinine parce qu'on les trouve, en compagnie d'alcaloïdes incontestablement apparentés à celle-ci, dans des Rubiacées extrêmement voisines des *Cinchona*,

il n'en existe pas qui constituent des intermédiaires entre le type quinolyl-quinuclidique de la quinine et le type indolique de la yohimbine.

Ayant constaté qu'une de ces bases encore peu connues, la cinchonamine découverte par Arnaud, possède deux réactions chromatiques caractéristiques de la yohimbine puisqu'elle colore en un bleu magnifique d'une part à chaud l'acide sulfurique contenant du chloral ([1]), d'autre part à froid le réactif de Kiliani ([2]), nous avons voulu savoir si elle n'était pas, elle aussi, une base indolique. Ne disposant que d'une très petite quantité de chlorhydrate de cinchonamine, préparé par Arnaud lui-même, nous avons recherché tout d'abord comment cet alcaloïde se comporte à l'égard des réactifs le plus communément utilisés en chimie biologique pour mettre en évidence le noyau indolique et surtout à l'égard de ceux (à l'acide glyoxylique, au *p*-diméthylaminobenzaldéhyde, à la vanilline, auxquels Perkin et Robinson ([3]) ont déjà fait appel pour démontrer la nature indolique d'un alcaloïde du *Peganum Harmala* L., l'harmine.

En soumettant à froid la cinchonamine à l'action du réactif à l'acide glyoxylique, suivant les indications de Hampshire et Page ([4]), on obtient dans le tiers inférieur du tube une coloration bleu violet ([5]) qui apparaît après plusieurs minutes et n'est pleinement développée qu'au bout de plusieurs heures.

Avec le réactif de Voisenet ([6]) à froid, mais en utilisant une goutte de solution commerciale non diluée de formol, la cinchonamine donne une teinte rouge violet qui passe assez rapidement au violet cependant que la solution tout entière se trouble et s'opacifie et reste telle pendant quelque temps. Au bout de plusieurs heures cependant on a une solution claire de coloration violette et au fond du tube un abondant précipité également violet.

([1]) Découverte par L. Rossi, A. Del Boca et R. Lobo (*Anales de Farm. y Bioquim.*, 3, 1932, p. 51-52), cette réaction était tenue jusqu'ici comme particulière à la yohimbine.

([2]) *Arch. d. Pharm.*, 234, 1896, p. 273-277.

([3]) *Journ. of the Chem. Soc. of London*, 115, 1919, p. 965-967.

([4]) Toutes ces colorations sont rapportées aux types du *Répertoire chromatique* de Lacouture (Paris, 1890).

([5]) C. H. Hampshire et G. R. Page, *Quart. journ. of Pharm. a. Pharmacol.*, 9, 1936, p. 62.

([6]) *Bull. Soc. Chim. de France*, 3e série, 33, 1905, p. 1198-1214.

([7]) S. W. Cole, *Journ. of Physiology*, 30, 1903, p. 315.

Quand on le chauffe pendant quelques instants après y avoir introduit une petite quantité de cinchonamine, le réactif de Raspail, modifié par substitution de l'acide chlorhydrique à l'acide sulfurique (7) et du fructose au saccharose (8), se colore en rouge orangé qui passe au rouge orangé un peu rabattu de noir, puis à l'orangé de plus en plus rabattu de noir (brun foncé).

Les réactions colorées engendrées par le réactif d'Ehrlich (*p*-diméthylaminobenzaldéhyde et acide chlorhydrique) et par le réactif à l'acide chlorhydrique vanilliné ont été observées avant et après addition d'une goutte de solution aqueuse à 0,5 % de nitrite de sodium qui, comme cela n'avait encore été constaté par Steensma (9) que pour les albumines tryptophanogènes, l'indol et le scatol, renforce et prolonge les colorations que les alcaloïdes indoliques communiquent à ces deux réactifs.

Avec le réactif d'Ehrlich et la cinchonamine, on a une coloration intermédiaire entre le rouge et le rouge orangé, qui, après addition de nitrite de sodium, s'intensifie et passe à une nuance intermédiaire entre le rouge et le rouge violet, quoique plus proche de celui-ci que de celui-là, nuance qui reste telle pendant plusieurs heures.

Avec la cinchonamine dissoute dans une solution de vanilline dans l'alcool méthylique à 99.9, puis additionnée d'acide chlorhydrique (D 1.19) la coloration, qui, même après chauffage prolongé, reste extrêmement faible, est intermédiaire entre le rouge orangé très lavé et le rouge très lavé (rose très pâle). L'addition de nitrite intensifie cette teinte et la fait passer à une nuance intermédiaire entre le rouge et le rouge violet, quoique plus proche de celui-là que de celui-ci, nuance qui demeure inchangée après quelques heures.

Toutes ces réactions colorées, qui militent en faveur de l'existence d'un groupement indolique dans la molécule de la cinchonamine, ont été également obtenues avec la yohimbine (10) alors qu'aucune d'entre elles n'a pu être produite par l'hydrocinchonidine, isomère de la cinchonamine qui appartient indubitablement au type quinuclidine-quinoléine. On est donc en droit de penser que la cinchonamine s'apparente plus étroitement aux alcaloïdes du groupe de la yohimbine qu'à ceux du groupe de la quinine.

---

(8) R. C. Jordan et J. Pryde, *The biochemic. Journ.*, 32, 1938, p. 279-281.

(9) F. A. Steensma, *Hoppe Seylers Zeitschr. f. physiolog. Chemie*, 47, 1909, p. 25-27.

(10) Il convient toutefois de noter qu'avec la yohimbine le réactif de Voisenet se colore directement en violet, reste tel pendant quelque temps, puis se décolore assez rapidement, la solution ne cessant pas d'être claire.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la substance non acidorésistante des cultures de bacilles tuberculeux.* Note de M. **Roger Laporte**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Dès les premières recherches sur la morphologie du bacille de la tuberculose, certains observateurs notèrent qu'en dehors des corps bacillaires, on trouve, sur les frottis de cultures de ce germe, des éléments granuleux qui ne possèdent pas la propriété de résister à la décoloration par les acides dilués et par l'alcool lorsqu'ils ont été imprégnés préalablement par un colorant énergique comme la solution de fuchsine de Ziehl. Ce caractère les distingue des bacilles eux-mêmes, ceux-ci conservant la teinte rouge de la fuchsine malgré l'action ultérieure d'un acide et de l'alcool suivie d'une contre-coloration par le bleu de méthylène phéniqué (technique de Ziehl-Neelsen). Sur les frottis ainsi traités, les éléments non acidorésistants sont, au contraire, colorés en bleu, d'où le nom de substance cyanophile qui leur est souvent donné.

La proportion de substance bleue rencontrée sur les frottis varie beaucoup suivant la couche bacillaire et l'âge de la culture. En général les cultures de bacilles humains renferment plus d'éléments non acidorésistants que celles de bacilles bovins. L'âge exerce, en outre, une influence prépondérante, le vieillissement des cultures maintenues à la température de 37° a pour effet de libérer des quantités croissantes de substance cyanophile.

Afin d'étudier les propriétés de cette substance, il importe de la séparer des bacilles; on y parvient presque complètement en utilisant la différence de densité qui existe entre les corps microbiens et les fins corpuscules non acidorésistants. Des voiles de cultures développées sur milieu synthétique de Sauton et n'ayant subi aucun traitement préalable, sont recueillis par filtration sur papier puis lavés à plusieurs reprises sur le filtre lui-même avec de l'eau distillée. La masse bacillaire est alors soigneusement essorée entre plusieurs épaisseurs de papier buvard puis broyée rapidement dans un mortier. On y ajoute progressivement de petites quantités d'eau distillée afin d'obtenir une suspension aussi fine et homogène que possible. Cette suspension est ensuite centrifugée très longuement et à grande vitesse. Après décantation, on recueille un liquide trouble dont l'opacité très variable va d'un simple louche (cultures bovines jeunes) à une lactescence très prononcée, comme c'est le cas de la plupart des cultures humaines un peu âgées et de certaines souches bovines tel que le BCG.

Examiné au microscope avec un éclairage direct, entre lame et lamelle, le liquide trouble qui a été séparé par centrifugation de la masse bacillaire ne laisse voir que quelques bacilles et d'assez rares corpuscules de tailles diverses et peu réfringeants. Mais, par examen à l'ultra-microscope, on découvre une multitude inouïe de fins granules de dimensions variables; certains atteignent le diamètre de micrococci; d'autres, les plus nombreux, sont beaucoup plus petits.

Sur les frottis bien préparés (une dessiccation brutale entraînant souvent l'agglutination des granules) et après coloration par la méthode de Ziehl-Neelsen, la substance en suspension se présente sous la forme de très petits corpuscules colorés en bleu, de dimensions variées, disposés parfois en réseau léger à mailles très fines ou en un semis poussiéreux comportant des grains plus volumineux et plus chromophiles. Loin de présenter une affinité spéciale pour le bleu de méthylène, comme le qualificatif de cyanophile le laisse entendre, la substance granulaire se colore beaucoup plus intensément par la fuchsine de Ziehl et par certains colorants acides comme le bleu de méthyle. Elle ne prend pas le Gram (technique usuelle ou méthode de Much ou de Fontès), ce qui distingue les corpuscules qui la composent des granules Gram-positifs contenus, à l'état normal, dans de nombreux bacilles.

Même par centrifugation très prolongée à grande vitesse on ne peut pas séparer complètement les bacilles des granules non acidorésistants; pour y parvenir nous avons utilisé divers artifices; le plus simple consiste à effectuer des filtrations répétées sur terre d'infusoires. La substance en suspension dans les centrifugats passe, en effet, très facilement à travers les papiers-filtres et n'est que partiellement retenue par la terre d'infusoires. Elle est, par contre, arrêtée par les bougies L2 ou les filtres en verre d'Iéna n° 5.

Lorsqu'on inocule à l'animal la substance cyanophile préalablement stérilisée par chauffage, on constate qu'elle possède les mêmes qualités antigéniques que les bacilles morts. Elle sensibilise les cobayes à la tuberculine et se comporte vis-à-vis des animaux allergiques comme les filtrats de culture dont elle a l'activité réactionnelle. Chez le lapin, cette substance entraîne l'apparition d'anticorps actifs envers un antigène tuberculeux; elle est, elle-même, douée *in vitro*, de remarquables qualités d'antigène fixateur du complément en présence de sérum de sujets tuberculeux. Une des rares différences qui séparent les propriétés de la substance non acidorésistante de celles des bacilles, c'est que les granules cyanophiles ne sont pas agglutinés par les anti-sérums tuberculeux.

En raison de la libération progressive de la substance granulaire dénuée d'acidorésistance au sein des cultures maintenues longtemps à 37° et de la similitude de la plupart de ses propriétés biologiques avec celles des corps bacillaires intacts, on paraît en droit de supposer que les granules non acidorésistants proviennent de bacilles atteints par un processus lytique qui détruit l'architecture normale du corps microbien. Ainsi se libérerait une véritable poussière de fragments bacillaires, de composition chimique complexe et qui, si le même phénomène se produit *in vivo* pour les bacilles présents dans les lésions, serait susceptible de jouer un rôle de premier plan dans le mécanisme de formation des tubercules et dans celui des réactions du sujet aux antigènes issus des bacilles.

La séance est levée à $15^h 25^m$.

A. Lx.

ERRATA.

—

(Séance du 30 décembre 1940.)

Note de MM. *Charles Dufraisse* et *Léon Velluz*, Union labile de l'oxygène au carbone. Protoxydes d'anthracènes bisubstitués en 1.4 :

Page 790, ligne 3 de la Note, *au lieu de* mésodiphénylanthracène diméthylé, *lire* mésodiphénylanthracène diméthoxylé.